ورشة الفصل الرابع

ملخص

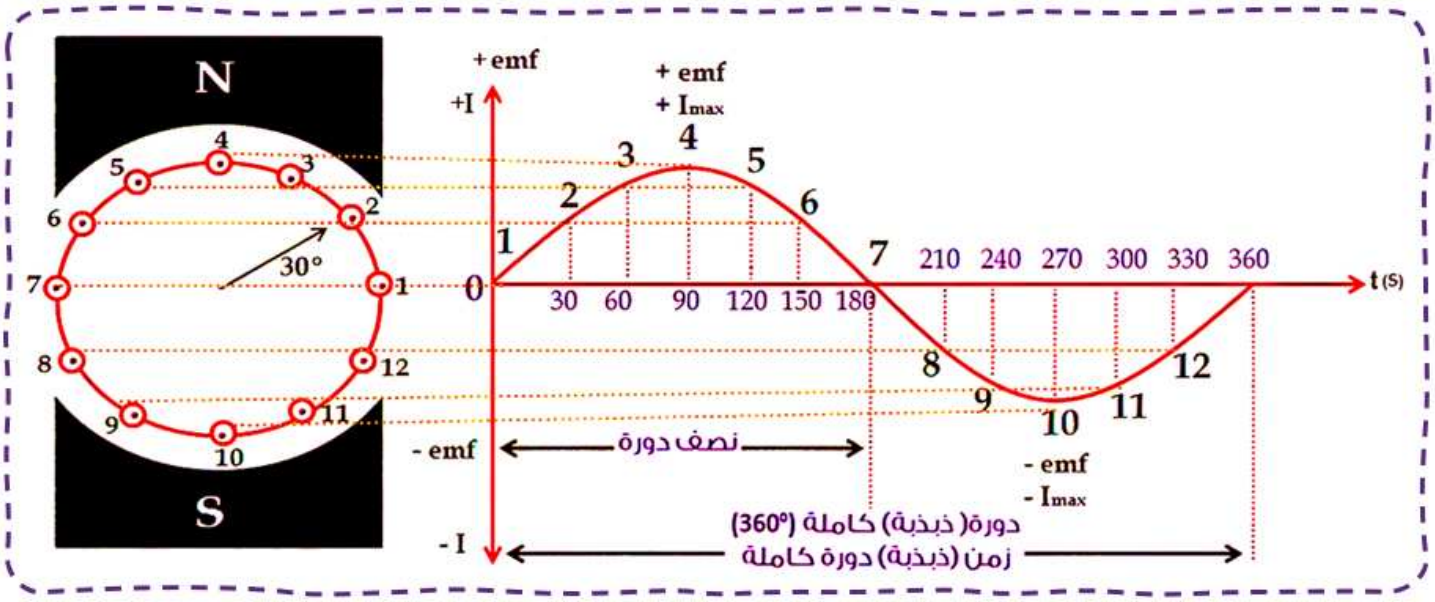
قوانين و أفكار

إعداد عميد الفيزياء
د/ محمد عبد الله

تابعنا على قناة اليوتيوب

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

دوائر التيار المتردد



تعريف التيار المتردد

هو التيار الذى تتغير شدته دوريا من الصفر الى نهاية عظمى ثم تقل الى الصفر خلال نصف دورة ثم ينعكس اتجاهه و تزداد شدته من الصفر الى نهاية عظمى ثم تقل الى الصفر في نصف الدورة الثاني و يتكرر ذلك بنفس الكيفية كل دورة

مميزات (خصائص) التيار المتردد

1. يمكن رفع او خفض القوة الدافعة للتيار المتردد و ذلك باستخدام المحولات الكهربية
2. يمكن نقل الطاقة الكهربية المترددة لمسافات بعيدة من مصادر التوليد الى اماكن الاستهلاك عبر الاسلاك دون فقد كبير نسبيا في الطاقة الكهربية و ذلك برفع الجهد باستخدام المحاولات
3. يسهل تحويل التيار المتردد الى تيار مستمر بينما يصعب العكس
4. لكل من التيار المتردد و التيار المستمر تأثير حراري عند مروره في مقاومة اومية
5. التيار المتردد يصلح في بعض العمليات (مثل : الاضاءة و التسخين)
   لكنه لا يصلح في عمليات اخرى (مثل : التحليل الكهربي و الطلاء الكهربي)
6. يمر في الدوائر المحتوية على مكثفات

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

الأميتر الحراري (ذو السلك الساخن)

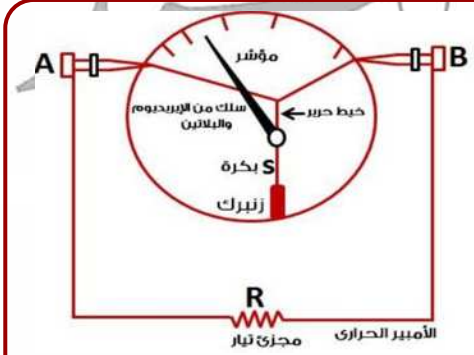
الغرض منه (وظيفته)

قياس القيمة الفعالة للتيار المتردد و التيار المستمر

الأساس العلمي

التأثير الحراري للتيار الكهربي

التركيب



1. سلك رفيع من سبيكة الايريديوم و البلاتين مشدود بين مسماري توصيل B, A .. حتى يسخن و يتمدد بمقدار محسوس عند مرور التيار الكهربي فيه
2. يتصل السلك من منتصفه بخيط من الحرير يلف لفة واحدة حول بكرة ملساء S قابلة للدوران حول محورها
3. و يشد الطرف الأخر بزنبرك مثبت في جدار الجهاز (و يراعي أن يكون الخيط مشدود دائما)
4. يثبت مؤشر على البكرة يتحرك طرفه على تدريج غير منتظم لقياس شدة التيار
5. يوصل سلك الايريديوم البلاتيني على التوازي بمقاومة R تعمل كمجزئ للتيار

شرح العمل

1. عند توصيل الأميتر على التوالي بالدائرة المراد قياس شدة التيار فيها ، يتولد في السلك كمية من الحرارة فيسخن و يتمدد بمقدار محسوس و يرتخي
2. يشد خيط الحرير السلك (بتأثير الزنبرك) فتدور البكرة و يتحرك معها المؤشر ببطء على التدريج ثم يثبت عند قراءة معينة عندما تثبت حرارة السلك
3. تدل قراءة المؤشر على القيمة الفعالة للتيار المتردد

عيوب الأميتر الحراري

1. يتحرك مؤشره ببطء حتى يثبت عند مرور التيار فيه كما أنه يعود للصفر ببطء بعد قطع التيار عنه
2. يوجد به خطأ صفري بسبب تأثر السلك و حرارة الجو

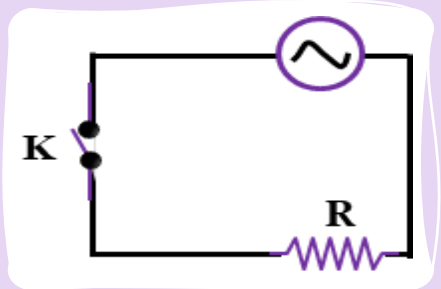
(و للتغلب على هذا العيب يشد السلك على لوحة من مادة لها نفس معامل التمدد الحراري للسلك)

3. أقسام التدريج غير متساوية .. متقاربة في البداية و متباعدة في النهاية

لأن كمية الحرارة المتولدة تتناسب طرديا مع مربع شدة التيار $(E \propto I^2)$ .. إذا زادت شدة التيار للضعف زادت كمية الحرارة المتولدة الى اربع أمثال .. و بالتالي تتباعد أقسام التدريج بزيادة شدة التيار

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

1) دائرة تيار متردد تحتوي علي مقاومة أومية عديمة الحث (R) :-



← عند غلق الدائرة يكون فرق الجهد على طرفي المقاومة

$$V = V_{max} \sin(\omega t) \quad \rightarrow (1)$$

حيث :

(V) القيمة اللحظية لفرق الجهد ،

(V_{max}) القيمة العظمى لفرق الجهد ،

($\theta = \omega t$) زاوية الطور (θ)

← و تتعين شدة التيار اللحظي من قانون أوم : $I = \frac{V}{R}$

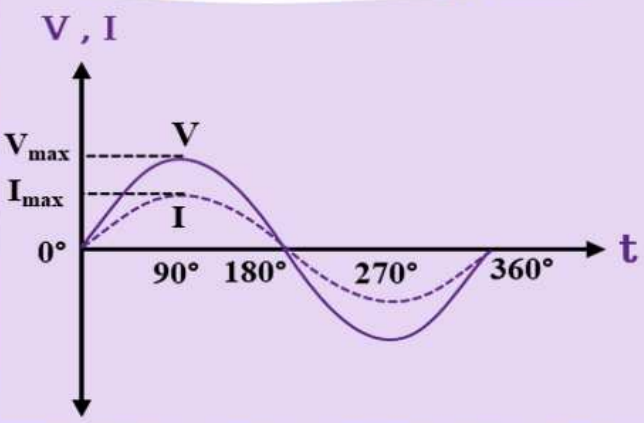
← بقسمة طرفي المعادلة (1) على (R) : $\frac{V}{R} = \frac{V_{max}}{R} \sin \omega t$

$$I = I_{max} \sin \omega t \quad \rightarrow (2)$$

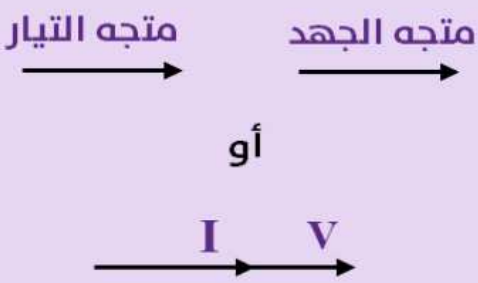
← من المعادلتين (1)، (2) نجد أن :

زاوية الطور ($\theta = \omega t$) واحدة أى أن فرق الجهد و شدة التيار خلال مقاومة أومية عديمة الحث متفقان في الطور و لذلك ينمو التيار و الجهد معا حتى يصلان الى القيمة العظمى معا و يهبطان للصفر معا

التمثيل البياني لعلاقة الطور بين فرق الجهد و شدة التيار



التمثيل الاتجاهي لعلاقة الطور



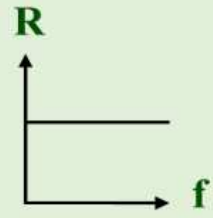
المقاومة الأومية

هي الممانعة التي يلقاها التيار المتردد أو المستمر عند مروره في موصل بسبب احتكاك و اصطدام شحنات التيار بذرات الموصل

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

ملاحظات هامة :-

1. القدرة المستنفذة في المقاومة : $P_W = V_{eff} \cdot I_{eff}$
2. قيمة المقاومة الأومية ثابتة لا تتوقف على تردد التيار ،
و لكنها تتوقف على :
(طول الموصل – مساحة مقطعه – نوع مادته – درجة حرارته)



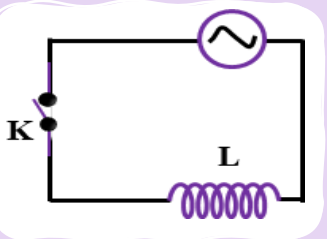
2) دائرة تيار متردد تحتوي علي ملف حث عديم المقاومة الأومية (L) :-

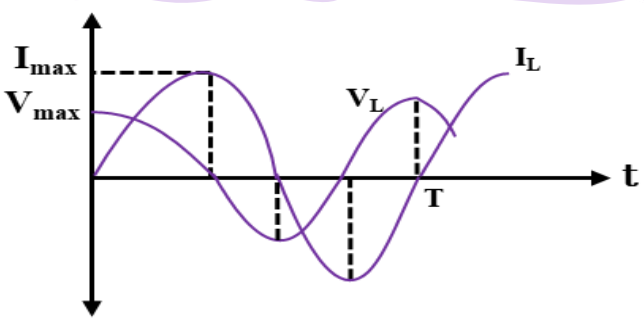
عند توصيل مصدر متردد بملف حث عديم المقاومة فعند غلق الدائرة :

← ينمو التيار تدريجيا من صفر الى نهاية عظمى بمعدل $(\frac{\Delta I}{\Delta t})$

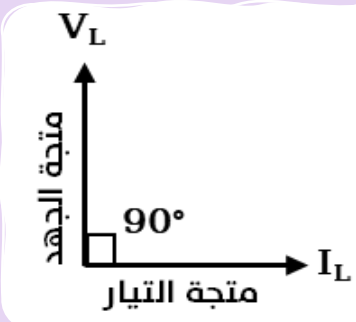
← تتولد بالحث الذاتي قوة دافعة مستحثة عكسية مقدارها $(-L\frac{\Delta I}{\Delta t})$

تقاوم التغير في شدة التيار و ترددها يساوي تردد المصدر و اتجاهها معاكس (مضاد) لاتجاه القوة الدافعة للمصدر





V يتقدم على I بزاوية 90° و يمثلان بمتجهين متعامدين



القوة الدافعة المستحثة العكسية المتولدة في ملف (عديم المقاومة) بالحث الذاتي تسبب نوعا من المقاومة لمرور التيار الأصلي تسمى : (المفاعلة الحثية X_L)

المفاعلة الحثية (X_L)

هي الممانعة التي يلقاها التيار المتردد عند مروره في ملف بسبب حثه الذاتي

وحدة قياسها الأوم Ω

$X_L = 2\pi fL = \omega L$

F تردد التيار , L معامل الحث الذاتي , ω السرعة الزاوية

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

المفاعلة الحثية لا تسبب فقد في الطاقة الكهربية لأنه يقوم بتخزين الطاقة في الملف على شكل مجال مغناطيسي .. فتكون القدرة المستنفذة في الملف خلال دورة كاملة = صفر

← يطبق قانون أوم على الملفات

(يمكن معاملتهم في حالة التوصيل على التوالي و التوازي كمقاومات)

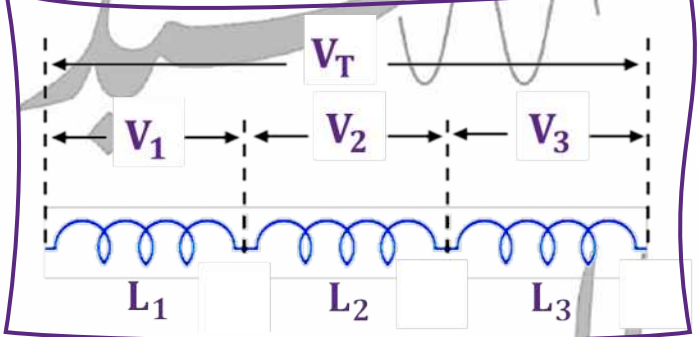
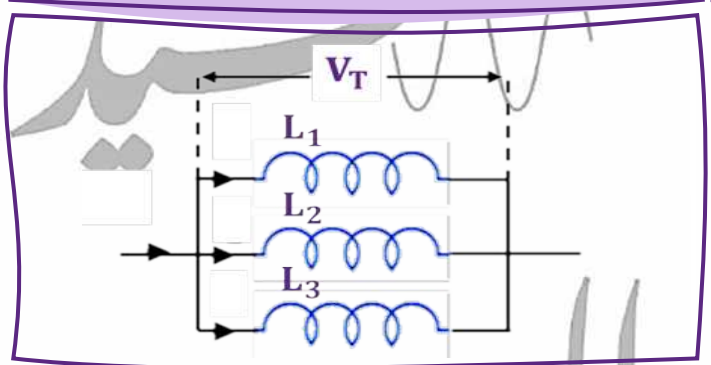
حيث : تتعين شدة التيار المتردد من العلاقة $I = \frac{V_L}{X_L}$ و تقاس المفاعلة الحثية بوحدة الأوم (Ω)

← يمكن تعيين قيمة معامل الحث الذاتي L من العلاقة : $L = \frac{\mu A N^2}{l}$

← لا تتوقف النهاية العظمى لشدة التيار المتردد في ملف حث يتصل بمولد كهربي (دينامو) على تردد التيار لأن :

$I_{max} = \frac{V_{max}}{X_L} = \frac{ABN(2\pi f)}{2\pi f L} = \frac{ABN}{L}$ فلا تتوقف على التردد

المفاعلة الحثية للتيار المتردد لعدة ملفات متصلة معا

ملفات متصلة على التوالى	ملفات متصلة على التوازى
	
$L_t = L_1 + L_2 + L_3$	$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3}$
الحصول على مقاومة حثية كبيرة	الحصول على مقاومة حثية صغيرة
$X_{Lt} = (X_L)_1 + (X_L)_2 + (X_L)_3$	$\frac{1}{X_{Lt}} = \frac{1}{(X_L)_1} + \frac{1}{(X_L)_2} + \frac{1}{(X_L)_3}$
شدة التيار (I) ثابتة	فرق الجهد (V) ثابت

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

3) دائرة تيار متردد تحتوي علي مكثف (C) :-

المكثف الكهربي

عبارة عن لوحين معدنيين متوازيين بينهما مادة عازلة

سعة المكثف

هي النسبة بين شحنة أحد لوحيه الى فرق الجهد بين اللوحين. أو مقدار الشحنة على أحد لوحيه اللازمة لرفع الجهد بينهما بمقدار 1 فولت .. $C = \frac{Q}{V}$

حيث

C : سعة المكثف

Q : شحنة أحد اللوحين

V : فرق الجهد بين اللوحين

$$C = \frac{Q}{V}$$

وحدة قياس السعة الكهربية لمكثف

فولت / كولوم = فاراد

$$F = C/V$$

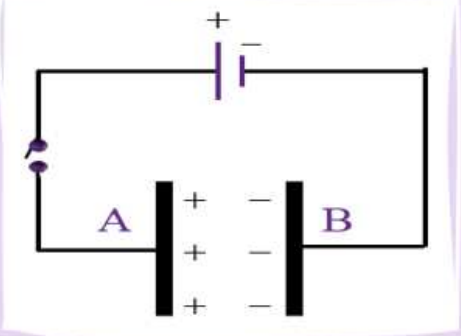
توصيل المكثف مع مصادر التيار الكهربى المختلفة

1) توصيل المكثف بمصدر تيار مستمر :-

عند توصيل مكثف ببطارية حيث يتصل اللوح (A) بالقطب الموجب و اللوح (B) بالقطب السالب فإن :

1. تنتقل شحنة سالبة من القطب السالب الى اللوح (B) و يقل الجهد
2. شحنة اللوح (B) السالبة تؤثر على اللوح (A) فتجذب الشحنة الموجبة الى السطح (A) القريب من (B) و تطرد الشحنة السالبة الى القطب الموجب للبطارية و بذلك يرتفع جهد (A) ..

و بالتالي يتولد فرق جهد بين اللوحين يتزايد حتى يتساوي مع فرق الجهد بين قطبي البطارية و بالتالي يتوقف انتقال الشحنات و يكون قد تم شحن المكثف

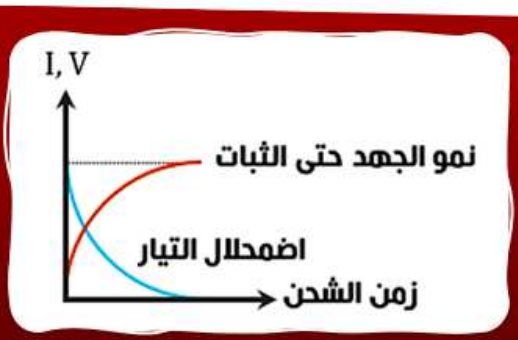


موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

مما سبق يمكن استنتاج أن :

التيار المستمر المار في دائرة تحتوي على مكثف هو تيار لحظي ، يتوقف عند تمام عملية شحن المكثف (أي يمر لفترة زمنية قصيرة جدا)

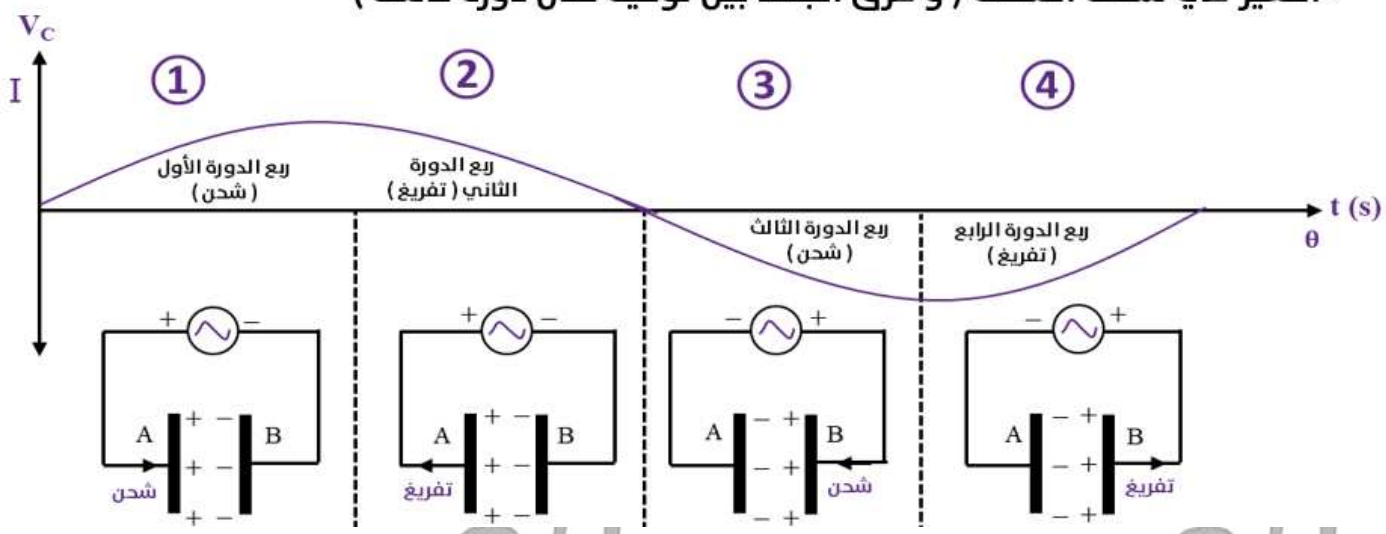
∴ المكثف لا يسمح بمرور التيار المستمر



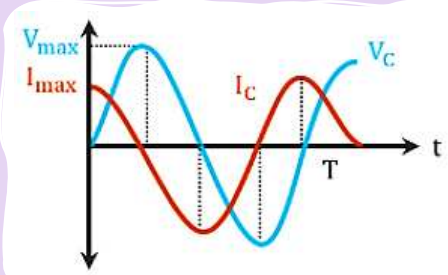
② توصيل المكثف بمصدر تيار متردد :-

عند توصيل مكثف بمصدر تيار متردد :

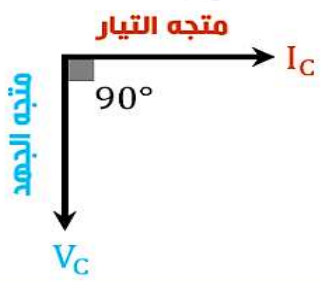
← التغير في شحنة المكثف (و فرق الجهد بين لوحيه خلال دورة كاملة)



التيار المتردد يتقدم على فرق الجهد بزاوية 90° (ربع دورة) و ذلك بسبب سعة المكثف



I يتقدم على V بزاوية 90° و يمثلان بمتجهين متعامدين



موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

المفاعلة السعوية (X_C)

سعة المكثف تسبب نوعا من المقاومة لمرور التيار المتردد تسمى المفاعلة السعوية (X_C)

المفاعلة السعوية

هي الممانعة التي يلقاها التيار المتردد عند مروره في دائرة بها مكثف بسبب سعته

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$$

← حيث : (ω) الزواية , (f) تردد التيار , (C) سعة المكثف

← تقاس المفاعلة السعوية بوحدة الأوم (Ω)

ملاحظات هامة :-

← المكثف في دوائر التيار المتردد يعتبر مقاومة و يطلق عليها اسم المفاعلة السعوية X_C

← المفاعلة السعوية لا تسبب فقد في الطاقة الكهربية

(لأن المكثف يخزن الطاقة الكهربية في شكل مجال كهربي)

← يطبق قانون أوم على المكثفات

(ومعاملتهم في حالة التوصيل على التوالي و التوازي كمقاومات) حيث : تتعين شدة التيار المتردد من العلاقة : $I = \frac{V_c}{X_c}$ و تقاس المفاعلة السعوية بوحدة الأوم (Ω)

تتناسب النهاية العظمى لشدة التيار المتردد المار في مكثف سعة تناسبا طرديا مع مربع تردد التيار لأن :

$$I_{max} = \frac{V_{max}}{X_C} = \frac{ABN(2\pi f)}{\left(\frac{1}{2\pi f C}\right)} = BAN.a\pi 2f^2C \rightarrow I \alpha f^2$$

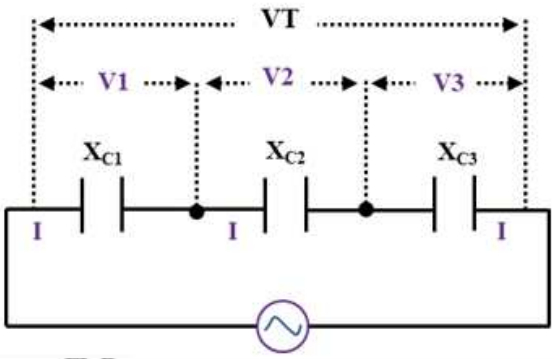
اذا كان المكثف متصل بمصدر متردد جهده ثابت بالتالي تتناسب شدة التيار طرديا مع التردد فقط فتصبح العلاقة بين شدة التيار (I) في مكثف عديم المقاومة الأومية و تردد التيار (f)

$$\because I \alpha \frac{1}{X_C} \quad , \quad X_C \alpha \frac{1}{f} \quad \rightarrow \quad I \alpha \frac{1}{X_C} \alpha f$$

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

المفاعلة السعوية لعدة مكثفات متصلة معا

1) التوصيل علي التوالي :-



الغرض منه

الحصول على سعة (C) صغيرة ، الحصول على مفاعلة سعوية (X_c) كبيرة

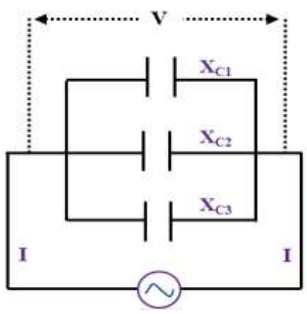
إذا وصلت المكثفات على التوالي يتم شحن المكثفات بشحنات متساوية و يتجزأ الجهد :

$$\therefore \frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

المفاعلة السعوية المكافئة لعدة مكثفات متصلة معا :

$$X_{CT} = X_{C1} + X_{C2} + X_{C3}$$

2) التوصيل على التوازي :-



الغرض منه

الحصول على سعة (C) كبيرة ، الحصول على مفاعلة سعوية (X_c) صغيرة

إذا وصلت المكثفات على التوازي يكون فرق الجهد ثابت لكن الشحنة الكلية تتعين من :

$$\therefore C_t = C_1 + C_2 + C_3$$

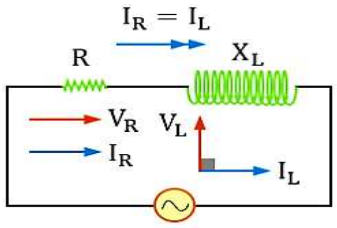
المفاعلة السعوية المكافئة لعدة مكثفات متصلة معا :

$$\frac{1}{X_{CT}} = \frac{1}{X_{C1}} + \frac{1}{X_{C2}} + \frac{1}{X_{C3}}$$

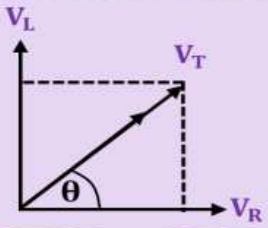
"يوماً ما ستشكر نفسك على عدم الاستسلام"

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

4) دائرة تيار متردد تحتوى على مقاومة أومية و ملف حث على التوالي (دائرة RL) :-



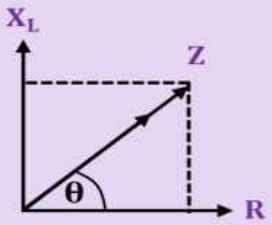
فرق الجهد عبر الملف (V_L) يتقدم فرق الجهد عبر المقاومة (V_R) بزاوية 90° ،
يكون فرق الجهد الكلى (V) غير متفق مع التيار (I) فى الطور
(لا يمكن جمع الجهود جمع جبرى لكن تجمع جمع اتجاهى)
بجمع الجهود جمع اتجاهي ، نجد الجهد الكلى (V) يتعين من العلاقة :



$$V = I\,Z = \sqrt{I^2\,R^2 + I^2\,X_L^2} = I\sqrt{R^2 + X_L^2}$$

بالقسمة على (I) نحصل على قانون المعاوقة :

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$



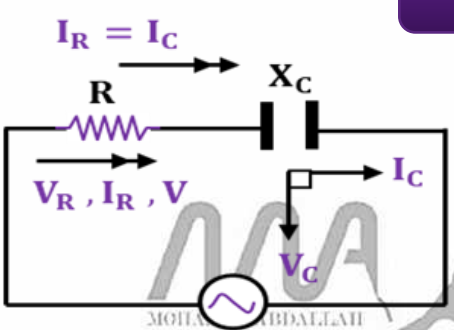
زاوية الطور

الجهد الكلى يتقدم على التيار بزاوية (θ) تتعين من العلاقة :

$$\tan\theta = \frac{V_L}{V_R} = \frac{X_L}{R}$$

الإشارة الموجبة للزاوية تعني أن فرق الجهد V_L يتقدم عن V_R

5) دائرة تيار متردد تحتوى على مقاومة أومية و مكثف سعة (دائرة RC) :-



بجمع الجهود جمع اتجاهي : نوجد الجهد الكلي (V) حيث :

$$V_T = \sqrt{V_R^2 + V_C^2}$$

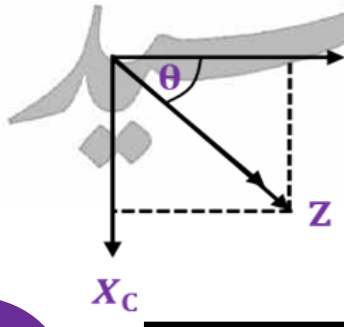
$$I\,Z = \sqrt{I^2\,R^2 + I^2\,X_C^2} = I\sqrt{R^2 + X_C^2}$$

المعاوقة (Z) : تتعين من العلاقة :

$$Z = \sqrt{R^2 + Xc^2}$$

شدة التيار المار في الدائرة : تتعين من العلاقة :

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{V_C}{X_C}$$



موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

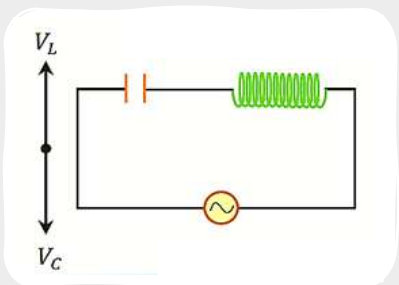
زاوية الطور

الجهد الكلى يتخلف عن التيار بزاوية (θ) تتعين من العلاقة :

الإشارة السالبة تعنى أن فرق الجهد (V_C) يتأخر عن (V_R)

$$\tan\theta = \frac{-V_C}{V_R} = \frac{-X_C}{R}$$

في دائرة تيار متردد (LC) تحتوي على ملف حث (L) عديم المقاومة و مكثف (C) يكون :

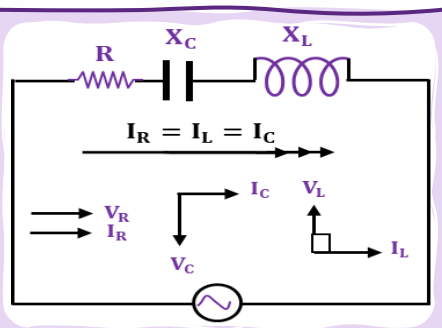


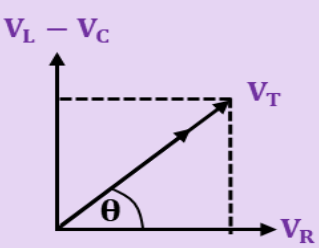
1) VL متقدما على Vc في الطور بزاوية 180 أي أن : V = VL – Vc

2) المفاعلة الكلية للدائرة (المعاوقة) (Z) =

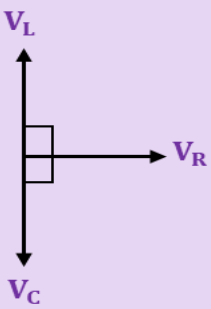
الفرق بين المفاعلتين أي أن : Z = Xc – XL أو Z = XL – X c

6) دائرة تيار متردد تحتوى على مقاومة أومية و مكثف وملف حث (دائرة RLC) :-





إذا كان $V_L > V_C$



بجمع الجهود جمع اتجاهى .. نوجد الجهد الكلى (V) حيث :

$$V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2} \quad , \quad I = \frac{V}{Z} = \frac{V_R}{R} = \frac{V_L}{X_L} = \frac{V_C}{X_C}$$

المعاوقة (Z)

تتعين من العلاقة : $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

زاوية الطور

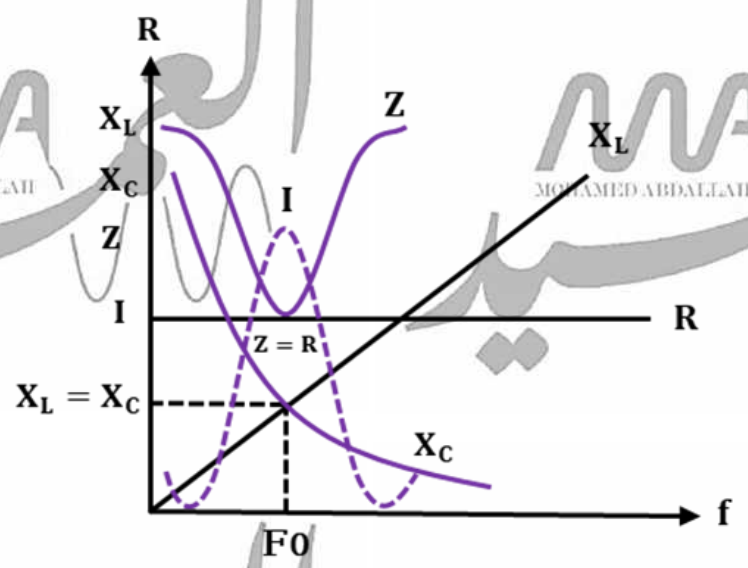
الجهد الكلى يتقدم على التيار بزاوية (θ)

تتعين من العلاقة :

$$\tan\theta = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

دائرة الرنين



$X_L > X_c$

بزيادة التردد يزداد الفرق بين X_C, X_L فتزداد المعاوقة وتقل شدة التيار.

تردد الرنين

عندما يتساوى X_C مع X_L فتكون Z أقل ما يمكن، شدة التيار أقصى ما يمكن.

$X_C > X_L$

بزيادة التردد يقل الفلق بين X_C, X_L فتقل المعاوقة تزداد شدة التيار.

خصائص الدائرة في حالة الرنين :-

- تردد التيار (المتولد في الهوائي) = تردد الدائرة $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
- المفاعلة الحثية X_L = المفاعلة السعوية X_C
- مقاومة الدائرة (المعاوقة) أقل ما يمكن Z=R ، فيمر بالدائرة أكبر تيار
- فرق الجهد بين طرفي الملف V_L = فرق الجهد بين طرفي المكثف V_C
- يكون فرق الجهد بين طرفي المقاومة V_R = فرق الجهد بين طرفي المصدر V_T
- الجهد و التيار متفقان في الطور ($\theta = 0$)
- يمكن الوصول الى حالة الرنين بتغيير حث الملف أو سعة المكثف أو التردد أو تغييرهم معا

موقع الدكتور محمد رزق معلم الكيمياء التعليمي D.M.RAZK

موقع الدكتور محمد رزق التعليمي

امسح الباركود بالموبيل لتثبيت التطبيق وتحميل كل الملازم مجانا وبسرعه

MR

حمل التطبيق الأن

GET IT ON Google Play

ملازم ابتدائي | ملازم اعدادي | ملازم ثانـــوي | كورسات ونتائج امتحانات

موقع الدكتور محمد رزق
Dr.MoRizK